

THE EFFECT OF RHIZOBIUM ORIGINS AND NITROGEN DOSSAGES TO GROWTH AND PRODUCTION OF SOYBEAN (GLYCINE MAX L.)

Nanda Mayani dan Trisda Kurniawan

Staf Pengajar Fakultas Pertanian Unsyiah

ABSTRACT

The purpose of this research is to study the effect of rhizobium origins and nitrogen dossages to growth and production of soybean. This research was conducted at Lambiheu Siem village of Darussalam district, from April to Nopember 2015. The variety of soybean plant used in this research is kipas merah, and rhizobium type is Bradyrhizobium where the local rhizobium came from wetland paddy field at Lhokseumace city and the introduction rhizobium achieved from Soil Biology Laboratory of Agriculptre Faculty of North Sumatra University. The plant planted on plots sized 250 cm x 150 cm, arranged base on completely randomized block design 3 x 3 with 3 replicates. Data achieved was analyzed with analysis of variance continued with HSD test at the level of 5%. The result showed that N fertilizer addition is necessary in soybean culture and rhizobium is present at rhyzosphere, and a more detail research to local rhizobium is required related to its role in growth and production of soybean.

Keywords: *Rhizobium, nitrogen, Glycine max*

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui manfaat pemberian berbagai asal Rhizobium dengan berbagai dosis pemberian nitrogen yang tepat pada kedelai untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Lambiheu Siem Kecamatan Darussalam, dari bulan April sampai dengan November 2015. Tanaman kedelai yang digunakan adalah varietas kipas merah, sedangkan Rhizobium yang digunakan adalah jenis Bradyrhizobium dimana untuk Rhizobium lokal berasal dari lahan bekas sawah yang terdapat di kota Lhokseumawe, sedangkan untuk Rhizobium introduksi diperoleh dari Laboratorium Biologi tanah Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Tanaman ditanam pada petakan berukuran 250 cm x 150 cm, dan disusun berdasarkan rancangan acak kelompok lengkap pola faktorial 3x3 dengan 3 ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam, dan terhadap yang menunjukkan pengaruh nyata dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pupuk N tetap diperlukan pada budidaya tanaman kedelai walaupun ada rhizobium di rhizosfir dan perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam pada rhizobium lokal terkait perannya dalam pertumbuhan dan hasil kedelai.

Kata Kunci: *Rhizobium, nitrogen, Glycine max*

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* L.) adalah salah satu komoditas utama kacang-kacangan yang menjadi andalan nasional karena merupakan sumber protein nabati penting untuk diversifikasi pangan dalam mendukung ketahanan pangan nasional (Hasanuddin, *et al.*, 2005). Sementara itu produksi kedelai di Indonesia ternyata masih rendah, sedangkan kebutuhan terhadap tanaman kedelai semakin hari semakin tinggi sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk. Indonesia

termasuk produsen utama kedelai, namun masih mengimpor biji, bungkil, dan minyak kedelai.

Di Indonesia, kedelai menjadi sumber gizi protein nabati utama, meskipun Indonesia harus mengimpor sebagian besar kebutuhan kedelai. Ini terjadi karena kebutuhan kedelai yang tinggi. Produksi kedelai pada tahun 2008 diperkirakan dapat ditingkat sekitar 200 ribu ton yang tadinya produksi 600 ribu ton menjadi 800 juta ribu ton.

Peningkatan produksi berbagai tanaman pangan di Indonesia tidak terlepas dari penggunaan pupuk kimia (buatan). Varietas unggul yang dihasilkan oleh para pemulia dalam revolusi hijau merupakan jenis tanaman yang membutuhkan masukan pupuk yang tinggi, disamping masukan lain seperti pengairan dan pestisida, agar dapat mencapai potensi hasil yang optimal dari tanaman tersebut. Akibat dari penggunaan varietas unggul disertai dengan makin intensifnya pengelolaan tanaman dan perluasan areal tanaman, konsumsi pupuk meningkat terutama sekali terjadi pada periode tahun 1975-1980 dengan diimbangi oleh peningkatan pertumbuhan produksi rata-rata 15,6%. Selanjutnya pada tahun 1980-1985, 1985-1990, dan 1990-1996, laju pertumbuhan produksi menurun masing-masing 10,2; 3,9; 1,5% per tahun. Hal ini terjadi akibat dari pemakaian pupuk dan pestisida secara terus menerus dan dalam jumlah besar, sehingga banyak tanah yang rusak akibat pencemaran bahan kimia. Alternatif yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah adalah kembali menggunakan pupuk yang ramah lingkungan (pupuk alami), sehingga mampu mempertahankan kesuburan tanah tetapi masih dapat meningkatkan produksi tanaman. Penggunaan pupuk hayati merupakan upaya untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman secara alami, dengan memanfaatkan mikroorganisme hidup ke dalam tanah sebagai inokulan untuk membantu tanaman memfasilitasi atau menyediakan unsur hara tertentu bagi tanaman. Salah satu pupuk hayati yang sering digunakan adalah Rhizobium. Rhizobium mampu menyumbangkan N dalam bentuk asam amino kepada tanaman kedelai. Nitrogen (N) merupakan unsur paling penting bagi pertumbuhan tanaman kedelai, namun ketersediaan N di daerah tropis termasuk Indonesia tergolong rendah. Pupuk N buatan yang menggunakan gas alam sebagai bahan dasar mempunyai keterbatasan karena gas alam tidak dapat diperbarui. Oleh karena itu, diperlukan teknologi penambatan N secara hayati melalui inokulasi Rhizobium untuk mengefisienkan pemupukan N pada tanaman kedelai, walaupun demikian

pemupukan nitrogen anorganik masih harus dilakukan.

Sekitar 90% pertanaman kedelai di daerah tropis pada lahan kering dan sawah tadah hujan, hasilnya dapat meningkat dengan pemberian pupuk nitrogen. Hal ini disebabkan karena nitrogen merupakan hara esensial yang berfungsi sebagai bahan penyusun asam-asam amino, protein dan klorofil yang penting dalam proses fotosintesis (Black, 1976; Jones *et al.*, 1991; Jones, 1998 dalam Sirappa 2002) serta bahan penyusun komponen inti sel.

Salah satu pendekatan yang dilakukan untuk melakukan penghematan dalam pemakaian pupuk anorganik adalah dengan meningkatkan nitrogen yang tersedia dalam tanah melalui penambatan nitrogen bebas (N_2) melalui interaksi dengan bakteri penambat N_2 yaitu Rhizobium. Pendekatan lain yang bisa dilakukan untuk menambah hara nitrogen kedalam tanah adalah dengan melakukan pemupukan nitrogen, tetapi kendalanya adalah dosis pupuk nitrogen yang diberikan belum memberikan hasil sesuai yang diinginkan, sehingga pemberian nitrogen dengan dosis yang tepat menjadi faktor penting yang harus diperhatikan.

Hasil percobaan pada musim tanam 1998/99 di lahan lebak dangkal menunjukkan bahwa inokulasi rhizobium baik yang berasal dari Rhizoplus, Legin maupun tanah bekas pertanaman kedelai dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai. Inokulasi rhizobium yang berasal dari Rhizoplus dan Legin yang dikombinasikan dengan pupuk N dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai. Perlakuan inokulasi rhizobium dari Rhizoplus yang dikombinasikan dengan pupuk N (45 kg N/ha) memberikan hasil biji kedelai tertinggi yaitu 2.696 kg biji kering/ha. Di lahan lebak, pemberian rhizobium dari Rhizoplus dan Legin dapat mengefisienkan pupuk N sampai 22,5 kg N/ha. Inokulan rhizobium dapat menggantikan fungsi pupuk N sampai dengan 22,5 N/ha atau dapat mengefisienkan pemupukan N sampai 22,5 kg N/ha.

Dengan demikian perlu dicari suatu usaha agar kebutuhan nitrogen dapat terpenuhi dengan baik sehingga diperoleh

pertumbuhan dan produksi yang optimal sesuai dengan yang diinginkan.

Untuk itulah diperlukan penelitian guna mengetahui manfaat pemberian berbagai asal *Rhizobium* dengan berbagai dosis pemberian nitrogen yang tepat pada kedelai untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Desa Lambiheu Siem Kecamatan Darussalam, dari bulan April sampai dengan November 2015.

Bahan-bahan yang digunakan yaitu: kedelai varietas kipas merah, yang diperoleh dari petani di daerah Bireun. *Rhizobium* yang digunakan adalah jenis *Bradyrhizobium* dimana untuk *Rhizobium* lokal berasal dari lahan bekas sawah yang terdapat di kota Lhokseumawe, sedangkan untuk *Rhizobium* introduksi diperoleh dari Laboratorium Biologi tanah Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Pupuk yang digunakan adalah pupuk Urea, SP-36, dan KCl.

Alat-alat yang digunakan yaitu: timbangan digital, oven, cangkul, gembor, label nama, alat tulis, plastik, *hand tranktor*, papan nama, alat tulis dan lain-lain.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok, pola faktorial, yang terdiri dari dua faktor dan diulang sebanyak 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah *Rhizobium* (R) terdiri dari tiga taraf yaitu R_0 = Tanpa *Rhizobium*, R_1 = *Rhizobium* Lokal dan R_2 = *Rhizobium* Introduksi. Faktor kedua adalah Dosis Nitrogen (N) terdiri dari tiga taraf yaitu N_0 = Tanpa Pupuk N, N_1 = Pemberian N sebanyak 50 kg/ha dan N_2 = Pemberian N sebanyak 100 kg/ha. Dengan demikian diperoleh 9 kombinasi perlakuan dan setiap kombinasi perlakuan di ulang sebanyak 3 kali., maka diperoleh 27 unit plot percobaan. Terhadap pengaruh yang nyata dilanjutkan dengan uji BNJ pada taraf 5%.

Persiapan lahan

Lahan yang digunakan adalah lahan kebun di Desa Lambiheu Siem Kecamatan Darussalam Aceh Besar. Lahan dibersihkan dengan membat semak dan membuang

gulma yang tumbuh, kemudian tanah dicangkul untuk membalikan tanah. Cangkul kedua dilakukan 4 hari kemudian untuk mengemburkan tanah. Pada lahan dibuat plot dengan ukuran masing-masing 250 x 150 cm, terdapat 27 plot sesuai dengan jumlah kombinasi perlakuan. Setiap ulangan dibatasi parit drainase selebar 100 cm dan jarak antar plot 50 cm. terdapat 27 plot sesuai dengan jumlah kombinasi perlakuan.

Pemberian Pupuk Urea, SP-36, dan KCl

Pupuk Urea diberikan sesuai dengan perlakuan dan pemberiannya dilakukan dengan cara larikan, sedangkan pupuk SP-36 dan KCl yang diberikan sesuai rekomendasi yaitu 50 kg/ha Urea, 150 kg/ha SP-36 dan 75 kg/ha KCl.

Penanaman

Sebelum tanam, benih direndam dengan larutan *rhizobium* dengan takaran 1 ml per biji, perendaman dilakukan selama lima menit, kemudian benih yang direndam tadi ditiriskan setelah itu benih dimasukkan kedalam lubang tanam, masing-masing lubang dimasukkan sebanyak 3 benih dengan jarak tanam 40 cm x 10 cm pada kedalaman 2-3 cm. Penanaman dilakukan secara tugal.

Pemeliharaan

Penyiraman dilakukan dua kali sehari sesuai kondisi di lapangan. Penyiraman dilakukan pada pagi dan sore hari dengan menggunakan gembor.

Penjarangan dilakukan saat tanaman berumur 2 minggu setelah tanam. Penjarangan dilakukan dengan memotong tanaman yang tidak baik pertumbuhannya sehingga hanya tinggal satu tanaman yang baik pertumbuhannya.

Penyiangan dilakukan setiap bulan sekali atau jika dibutuhkan untuk membuang gulma yang tumbuh. Pengendalian hama dan penyakit tanaman akan dilakukan jika terjadi serangan dengan menyemprotkan insektisida Decis 2,5 EC dengan dosis 2 ml/liter air, sedangkan pengendalian penyakit dilakukan dengan menyemprotkan fungisida Dithane M-45 dengan dosis 2 g/liter air.

Pemanenan

Pemanenan dilakukan dengan kriteria panen yang ditandai dengan sebagian besar daun sudah menguning tetapi bukan karena serangan hama penyakit, lalu gugur, buah berubah warna dari hijau sampai kuning kecoklatan, batang berwarna kuning agak kecoklatan dan gundul. Kemudian polong dijemur dibawah sinar matahari selama 4 hari dan biji diambil dari polongnya.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman dan bobot kering berangkasan umur 2, 4, 6 dan 8 MST, jumlah cabang produktif, jumlah polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, berat kering biji per tanaman, dan berat 1000 biji. Selain itu

juga dilakukan pengamatan terhadap jumlah bintil akar per tanaman dan bobot kering bintil akar per tanaman umur 8 MST.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasi uji F menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang nyata pada peubah tinggi tanaman 2 MST, berat kering berangkasan 8 MST dan jumlah cabang produktif, namun tidak nyata pada peubah lainnya. Perlakuan asal rhizobium berpengaruh sangat nyata pada peubah berat kering berangkasan, namun tidak nyata pada peubah lainnya. Perlakuan dosis nitrogen tidak berpengaruh nyata pada semua peubah yang diamati. Rekapitulasi hasil uji F disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil uji F pada semua peubah yang diamati

SK	Tinggi Tanaman (MST)				Bobot Kering Berangkasan Tanaman (g)				JCP	JBPT	BKBPT	JBA	BKBA
	2	4	6	8	2	4	6	8					
	R	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn					
N	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
RN	*	tn	tn	tn	tn	tn	tn	*	*	tn	tn	tn	tn

Keterangan:

- R = Perlakuan asal rhizobium
- N = Perlakuan dosis nitrogen
- RN = Interaksi antara asal rhizobium dan dosis nitrogen
- JCP = Jumlah cabang produktif
- JBPT = Jumlah biji per tanaman
- BKBPT = Berat kering biji per tanaman
- JBA = Jumlah Bintil Akar
- BKBA = Berat Kering Bintil Akar

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang nyata antara asal rhizobium dan dosis nitrogen pada tinggi tanaman 2 MST, sementara pada tinggi tanaman 4, 6 dan 8 MST tidak terdapat pengaruh yang nyata, baik dari

masing-masing faktor maupun interaksinya. Rata-rata pengaruh kombinasi asal rhizobium dan dosis nitrogen terhadap tinggi tanaman 2, 4, 6 dan 8 MST, dan hasil uji lanjut dengan BNJ 5% terhadap tinggi tanaman 2 MST disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh asal rhizobium dan dosis nitrogen terhadap tinggi tanaman 2, 4, 6 dan 8 MST

Perlakuan	R ₀	R ₁	R ₂
2 Minggu Setelah Tanam			
N ₀	13,51 a	15,17 ab	16,07 ab
N ₁	16,20 ab	14,94 ab	14,80 ab
N ₂	13,97 ab	17,52 b	14,56 ab

Keterangan:

R₀ = tanpa rhizobium, R₁ = rhizobium lokal, R₂ = rhizobium introduksi

N₀ = tanpa pupuk N, N₁ = 50 Kg/Ha, N₂ = 100 Kg/Ha

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut BNJ 5%

Dari Tabel 2 terlihat bahwa kombinasi perlakuan yang menyebabkan tanaman tertinggi pada 2 MST adalah rhizobium lokal dan pupuk nitrogen 100 Kg/Ha (R₁N₂), yang hanya berbeda nyata dengan tanpa rhizobium dan tanpa pupuk nitrogen (R₀N₀).

Berat Kering Berangkasan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang nyata antara asal rhizobium dan dosis nitrogen pada berat kering berangkasan 8 MST, sementara pada berat kering berangkasan 4, 6 dan 8 MST tidak terdapat pengaruh yang nyata, baik dari masing-masing faktor maupun interaksinya. Rata-rata pengaruh kombinasi asal rhizobium dan dosis nitrogen terhadap berat kering berangkasan 2, 4, 6 dan 8 MST, dan hasil uji lanjut dengan BNJ 5% terhadap berat kering berangkasan 8 MST disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh asal rhizobium dan dosis nitrogen terhadap berat kering berangkasan 2, 4 dan 8 MST

Perlakuan	R ₀	R ₁	R ₂
8 Minggu Setelah Tanam			
N ₀	15,79 ab	21,18 abc	27,62 c
N ₁	25,28 bc	12,55 a	25,30 bc
N ₂	20,95 abc	20,85 abc	25,54 bc
Perlakuan	R ₀	R ₁	R ₂

Keterangan:

R₀ = tanpa rhizobium, R₁ = rhizobium lokal, R₂ = rhizobium introduksi

N₀ = tanpa pupuk N, N₁ = 50 Kg/Ha, N₂ = 100 Kg/Ha

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut BNJ 5%

Dari Tabel 3 terlihat bahwa kombinasi perlakuan yang menyebabkan berat kering berangkasan 8 MST terberat adalah rhizobium introduksi dan tanpa pupuk nitrogen (R₂N₀).

Jumlah Cabang Produktif Per Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang nyata antara asal rhizobium dan dosis nitrogen pada jumlah cabang produktif per tanaman. Rata-rata pengaruh kombinasi asal rhizobium dan dosis nitrogen terhadap jumlah cabang produktif per tanaman, dan hasil uji lanjut dengan BNJ 5% disajikan pada Tabel 5.

Tabel 4. Pengaruh asal rhizobium dan dosis nitrogen terhadap jumlah cabang produktif per tanaman

Perlakuan	R ₀	R ₁	R ₂
N ₀	7,22 ab	5,56 ab	6,33 ab
N ₁	8,11 b	5,89 ab	5,56 ab
N ₂	4,78 a	6,56 ab	7,11 ab

Keterangan:

R₀ = tanpa rhizobium, R₁ = rhizobium lokal, R₂ = rhizobium introduksi

N₀ = tanpa pupuk N, N₁ = 50 Kg/Ha, N₂ = 100 Kg/Ha

Dari Tabel 4 terlihat bahwa kombinasi terbaik untuk mendapatkan jumlah cabang produktif per tanaman terbanyak adalah tanpa rhizobium dan dosis nitrogen 50 Kg/Ha (R₀N₁), yang hanya berbeda nyata dengan tanpa rhizobium dan dosis nitrogen 100 Kg/Ha (R₀N₂).

Pembahasan

Pada kombinasi perlakuan Rhizobium dan nitrogen mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi kedelai pada parameter pengamatan tinggi tanaman, jumlah cabang produktif dan bobot kering berangkasan, hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya pemberian Rhizobium secara bersamaan dengan nitrogen mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai. Pemberian yang diberikan bersama dengan nitrogen adalah sangat tepat dimana keduanya akan saling menguntungkan, dimana jika keduanya tidak ada maka tanaman kedelai tidak bisa tumbuh dan berproduksi.

Pemberian Rhizobium yang dikombinasikan dengan pemberian nitrogen yang berpengaruh terhadap meningkatnya tinggi tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi tanaman tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan R₁N₂ (Rhizobium lokal dan Pemberian N 100 kg/ha) sedangkan tinggi tanaman terendah diperoleh pada kombinasi perlakuan R₀N₀ (tanpa Rhizobium dan tanpa pemberian N), membuktikan bahwa Rhizobium yang diberikan merupakan Rhizobium efektif sehingga mampu menyediakan hara nitrogen yang dibutuhkan tanaman kedelai untuk melaksanakan kegiatan metabolismenya yang berakibat meningkatnya bobot kering berangkasan

tanaman yang pada akhirnya juga akan meningkatkan jumlah cabang produktif sehingga mampu memberikan bobot biji kering per tanaman tertinggi. Begitu juga dengan nitrogen, dimana nitrogen yang diberikan pada awal tanam dapat menjadi starter untuk merangsang tumbuhnya Rhizobium sehingga keduanya akan saling mendukung. Pemupukan nitrogen sebagai starter pada awal pertumbuhan kedelai perlu dilakukan untuk pertumbuhan dalam 1 minggu pertama. Pada keadaan tersebut, akar tanaman belum berfungsi sehingga tambahan nitrogen diharapkan dapat merangsang pembentukan akar. Hal ini akan membuka kesempatan pembentukan bintil akar. Selain itu, sistem perkecambahan kedelai berupa epigeal sehingga persediaan makanan di dalam kotiledon lebih banyak digunakan untuk pertumbuhan awal vegetatif dan seringkali nitrogen yang dibutuhkan tidak tercukupi.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa produksi kedelai tertinggi diperoleh pada kombinasi tanpa pemberian rhizobium dan nitrogen sebesar 50 kg/ha (R₀N₁) yang datanya bisa dilihat pada pengamatan jumlah cabang produktif. Hal ini membuktikan bahwa pada lahan penelitian yang digunakan walaupun belum pernah ditanam tanaman kedelai tetapi menunjukkan bahwa disana ada rhizobium indigenous yang merupakan populasi local atau asli lahan tersebut yang tentu saja bisa berkembang lebih baik dibandingkan dengan jenis lainnya yang merupakan rhizobium dari lahan yang berbeda.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa produksi kedelai tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan tanpa rhizobium dan pemberian nitrogen sebanyak 50 kg/ha.

Saran

Perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam pada rhizobium lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Damanik, M. 2000. Pemanfaatan bakteri rhizobium pada tanaman kedelai di lahan lebak. Hasil Penelitian TA 1999/2000. Balai Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa, Banjarbaru.
- Dewi, I, R. 2007. Fiksasi N Biologis pada Ekosistem Tropis. Tugas Makalah Mata Kuliah Biofertilisasi. Program Pasca Sarjana Universitas Padjadjaran. Bandung
- Hanafiah, O.T.M, 1997. Perakitan varietas kedelai Unggul Berumur Genjah. Pidato pengukuhan Guru Besar, Universitas Sumatera utara. Medan.
- Harnowo, D. dan S. Brotonegoro. 1987. Pengaruh Inokulasi rhizobium dengan Mo dan Efektivitas Pemupukan N, p, dan k pada Kedelai Tanpa Pengolahan Tanah. Pemberitaan Penelitian sukaramai 16(6)
- Hasanuddin, A., J. R. Hidajat, dan S. Patohardjono. 2005. Kebijakan program penelitian kacang-kacangan potensial. Dalam Partohardjono, *et al.* (penyunting). Analisis dan Opsi Kebijakan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Monograf No. 2, 2005. Puslitbangtan Bogor
- Ismawati. E. 2004. Pupuk Organik. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Lingga, P. 2004. Petunjuk Penggunaan pupuk. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Kucey, R. M. N. P. Snitwongse, PP. Chiwanakupt, P. Wadisirisuk, C. Siripaibol, T. Arayangkool, N. (15 N dilution) With Soybeans Under Thai Field Condition. Plant and Soil.
- Partohardjono, S. 2005. Upaya peningkatan produksi kedelai melalui perbaikan teknologi budidaya. Dalam Partohardjono, *et al.* (penyunting). Analisis dan Opsi Kebijakan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Monograf No. 1, 2005. Puslitbangtan Bogor
- Poerwowidodo, 1993. Telaah Kesuburan Tanah. Angkasa. Bandung.
- Sahar Hanafiah, A. 1991. Inokulum Rhizobia ; Bioteknologi Untuk Meningkatkan Produksi Pertanian. Makalah Seminar Nasional Pemantapan Pengembangan Agribisnis Terpadu Dalam PJPT II. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Simanungkalit. 2001. "Aplikasi Pupuk Hayati dan Pupuk Kimia: Suatu Pendekatan Terpadu". Buletin AgroBio. Balai Pemeliharaan Bioteknologi Tanaman Pangan. Bogor.
- Sirappa, M, P. 2002. Penentuan Batas Kritis dan Dosis Pemupukan untuk Jagung Dilahan Kering Pada Tanah TypicUstherthentis. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan vol (2) PP 25-37.
- Soepardi, 1983. Peranan Pupuk Kandang Sebagai Bahan Organik. <http://library.usu.ac.id/modules.php?op=modlod&nama=download&file=index®=getic&lid=488> . Diakses pada tanggal 26 november 2007.
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Institut Pertanian Bogor. Bogor.